

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
22. Januar 2004 (22.01.2004)

PCT

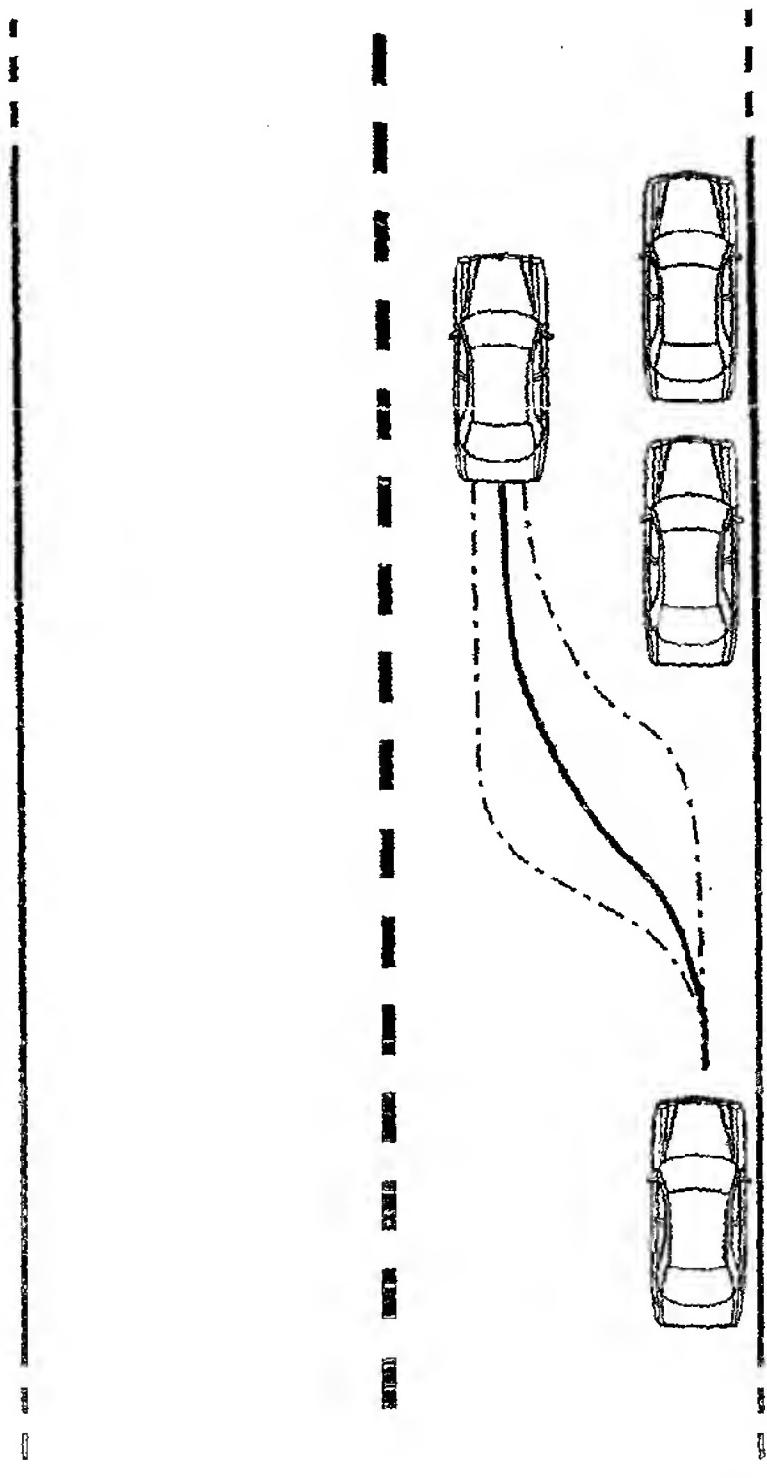
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/007232 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B60K 31/00**, B60T 7/12, 7/22
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/006694
- (22) Internationales Anmeldedatum: 25. Juni 2003 (25.06.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 102 32 295.3 16. Juli 2002 (16.07.2002) DE
- (71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): **DAIMLER CHRYSLER AG [DE/DE]**; Epplestrasse 225, 70567 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **FISCHER, Eckart** [DE/DE]; Obere bismarck 94, 10197 Stuttgart (DE). **KELLER, Helmut** [DE/DE]; Luckenäckerstrasse 3, 71404 KORB (DE). **KÖHNLEIN, Jens** [DE/DE]; Mimosenweg 10, 70374 Stuttgart (DE). **SEILER Jakob** [DE/DE]; Leuschnerstrasse 13, 70174 Stuttgart (DE). **SPIEKER, Andreas** [DE/DE]; Zeppelinstrasse 7, 70193 Stuttgart (DE). **ULMER, David** [DE/DE]; Jägerstrasse 19, 71101 Schönaich (DE). **YAP, Andy** [DE/DE]; Calmbacher Strasse 17, 71034 Böblingen (DE).
- (74) Anwälte: **PFEFFER, Frank usw.**; DaimlerCrysler AG, Intellectual Property Management, IPM-C106, 70546 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

(54) Title: METHOD FOR ASSISTING A DRIVER WHEN PERFORMING DRIVING MANEUVERS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR UNTERSTÜTZUNG DES FAHRERS BEI FAHRMANÖERNERN



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for assisting the driver of vehicle when performing a driving maneuver, such as a parking and pulling in maneuver. To this end, a reference trajectory is determined along which the vehicle should be displaced. During the driving maneuver, a steering wheel position, which is to be set and which guides the vehicle along the reference trajectory, is indicated to the driver. The vehicle longitudinal speed is influenced independent of the driver when there is a difference between the actual steering angle set by the driver and the specified steering angle that corresponds to the required steering wheel position. This enables the driver to be provided with a longer reaction time in order to set the indicated steering wheel position.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Unterstützung des Fahrers eines Fahrzeugs bei einem Fahrmanöver, wie z.B. Park- oder Rangiermanöver. Dabei wird eine Referenztrajektorie bestimmt, entlang der das Fahrzeug bewegt werden soll. Dem Fahrer wird während des Fahrmanövers eine zustellende, das Fahrzeug entlang der Referenztrajektorie steuernde Lenkradstellung angegeben. Die Fahrzeuggeschwindigkeit wird bei einer Lenkwinkelabweichung zwischen dem vom Fahrer tatsächlich eingestellten Istlenkwinkel und dem der angeforderten Lenkradstellung entsprechenden Solllenkwinkel fahrerunabhängig beeinflusst. Dem Fahrer kann dadurch eine größere Reaktionszeit zur Verfügung gestellt werden, um die angegebene Lenkradstellung einzustellen.

**WO 2004/007232 A1**



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Verfahren zur Unterstützung des Fahrers bei Fahrmanövern

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Unterstützung des Fahrers eines Fahrzeugs bei Fahrmanövern gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Ein solches Verfahren geht beispielsweise aus der DE 198 09  
10 416 A1 hervor, die ein Verfahren zur Unterstützung des Fahrers beim Einparken offenbart. Dem Fahrer wird während des Fahrmanövers die Einparkstrategie über eine optische Anzeigevorrichtung eine akustische Sprachausgabeeinrichtung oder ein  
15 haptisches Lenkrad mitgeteilt, so dass der Fahrer der Einparkstrategie folgend in die Parklücke einparken kann.

Es ist ferner bekannt, z.B. aus der DE 197 45 127 A1, einen automatischen Bremsvorgang auszulösen, wenn der Abstand des Fahrzeugs zu einem Hindernis einen Grenzwert unterschreitet.  
20 Hierdurch soll eine Kollision mit dem Hindernis vermieden werden.

Das gattungsgemäße Verfahren hat den Nachteil, dass die Reaktionen des Fahrers auf die Angaben der einzustellenden  
25 Lenkradstellung nicht vorhersagbar sind. Der Fahrer ist in den Regelkreis eingebunden und stellt sozusagen eine Störgröße dar. Insbesondere bei schwierigen Fahrmanövern, wie z.B. das Rückwärtseinparken in eine Parklücke am Straßenrand parallel zum Straßenrand (sogenanntes Kolonnenparken), ist es  
30 für den Fahrer schwierig, während dem Fahrmanöver die jeweils durch die Angabe angeforderte Lenkradstellung einzustellen.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens der gattungsgemäßen Art derart weiterzubilden, dass dem Fahrer das Einstellen der mittels der Angabe angeforderten Lenkradstellung zu erleichtern.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche 1 und 13 gelöst.

10

Erfindungsgemäß wird die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit fahrerunabhängig beeinflusst, wenn eine Lenkwinkelabweichung zwischen dem vom Fahrer über das Lenkrad tatsächlich eingestellten Ist-Lenkinkel und dem der angeforderten Lenkradstellung entsprechenden Soll-Lenkinkel vorliegt.

Ist eine solche Lenkwinkelabweichung gegeben, so entfernt sich das Fahrzeug während des Fahrmanövers von der durch die Referenztrajektorie vorgegebenen Ideallinie. Die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit wird dann herabgesetzt, um dem Fahrer ausreichend Zeit zur Verfügung zu stellen, das Fahrzeug wieder in eine durch die Referenztrajektorie vorgegebene Fahrzeugstellung zu lenken.

25 Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

Die Beeinflussung der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit ist vorteilhafter Weise vom Betrag der Lenkwinkelabweichung abhängig. Je größer die Lenkwinkelabweichung ist, desto stärker wird das Fahrzeug verzögert, um die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit zu reduzieren.

35 Während des Fahrmanövers kann abhängig von der aktuellen Fahrzeugstellung ein die zulässigen Lenkwinkel definierender Lenkwinkel-Toleranzbereich bestimmt werden und die Beeinflus-

sung der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit vom Toleranzabstand zwischen dem angeforderten, vom Fahrer einzustellenden Soll-Lenkinkel und den Toleranzbereichsgrenzen abhängen. Je geringer der Toleranzabstand zwischen dem Soll-Lenkinkel und einer Toleranzbereichsgrenze ist, desto stärker muss die Fahrzeuggeschwindigkeit reduziert werden, wenn der Fahrer über die Lenkradstellung einen Ist-Lenkinkel einstellt, der zwischen dem Soll-Lenkinkel und der betreffenden Toleranzbereichsgrenze liegt.

10

Dabei besteht die Möglichkeit, zur Ermittlung des Lenkwinkel-Toleranzbereichs einen Drehwinkel-Toleranzbereich zu bestimmen, wobei der aktuelle Drehwinkel zwischen der Fahrzeuglängsachse und einer Koordinatenachse eines ortsfesten Koordinatensystems so lange vergrößert bzw. verkleinert wird, bis es gerade noch möglich ist, eine Trajektorie zur Zielposition rechnerisch zu bestimmen. Bei der Bestimmung der Trajektorie kann das selbe Ermittlungsverfahren herangezogen werden, wie bei der Bestimmung der Referenztrajektorie im Startpunkt des Fahrzeugs. Es würden hierbei sozusagen zwei Grenztrajektorien berechnet, die in Fahrmanöver-Fahrtrichtung gesehen ausgehend von der aktuellen Fahrzeugposition eine maximal mögliche linksseitige Grenztrajektorie und eine maximal mögliche rechtsseitige Grenztrajektorie darstellen, entlang derer das Fahrzeug noch zur Zielposition bewegt werden kann. Dabei hängt die Bestimmung der Grenztrajektorien auch davon ab, welcher minimale Radius aufgrund der Fahrzeuggeometrie gefahren werden kann und ob sich Hindernisse in der Fahrzeugumgebung befinden, an denen vorbeigefahren werden muss.

30

Je größer der Betrag der Lenkwinkelabweichung ist und/oder je kleiner der Betrag des Toleranzabstandes ist, desto geringer wird die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit gewählt und durch entsprechende Steuer- oder Regeleingriffe eingestellt.

35

Vorteilhafter Weise wird das Fahrzeug bis zum Stillstand verzögert und im Stillstand gehalten, so lange aufgrund der vor-

- handenen Lenkwinkelabweichung das Fahrzeug bei einer Weiterfahrt eine Fahrzeugstellung einnehmen würde, aus der heraus die Zielposition ohne Rangierunterbrechung des Fahrmanövers nicht mehr erreichbar ist. Können bezogen auf die aktuelle 5 Fahrzeugposition keine oder nur noch sehr geringe Drehwinkelabweichungen vom aktuellen Drehwinkel des Fahrzeugs zugelassen werden, so wird die Fahrzeuggeschwindigkeit sehr gering vorgegeben und das Fahrzeug wird sofort zum Stillstand gebracht, wenn der Fahrer eine Lenkradstellung 10 vorgibt, die das Fahrzeug beim Weiterfahren mit dieser vom Fahrer vorgegebenen Lenkradstellung in eine Fahrzeugstellung bringen würde, aus der keine Trajektorie mehr zur Zielposition bestimmbar ist. Dadurch wird gewährleistet, dass das Fahrmanöver nicht durch Rangiermanöver unterbrochen und von neuem 15 gestartet werden muss. Ausgehend vom Stillstand wird das Fahrzeug wieder beschleunigt, wenn eine zulässige Lenkradstellung und damit ein zulässiger Ist-Lenkinkel vom Fahrer eingestellt wurde.
- 20 Vorteilhafter Weise wird dem Fahrer die einzustellende Lenkradstellung durch eine akustische Fahrerinformation und/oder eine optische Fahrerinformation und/oder einer haptischen Fahrerinformation übermittelt. Zur haptischen Fahrerinformation kann beispielsweise das Lenkradmoment variiert werden. 25 Hierbei ist es z.B. denkbar, dass das Drehen des Lenkrades zur angeforderten Lenkradstellung hin erleichtert und/oder das Drehen von der angeforderten Lenkradstellung weg erschwert wird. Zu diesem Zweck kann beispielsweise der bei einer Servolenkung ohnehin vorhandene Servomotor verwendet werden. 30

Bei dem durchzuführenden Fahrmanöver kann es sich beispielsweise um ein Einparkmanöver handeln, wobei die Referenztrajektorie den idealen Weg von der Ausgangsposition des Fahrzeugs bzw. der aktuellen Fahrzeugstellung in die gewünschte Parkposition angibt. Gerade bei Einparkmanövern ist eine Fahrerunterstützung wünschenswert, insbesondere für unerfahrene 35

Autofahrer oder für Autofahrer, die an ein neues oder selten genutztes Fahrzeug nicht gewöhnt sind. Es handelt sich ganz allgemein um Fahrmanöver mit einer Fahrzeuglängsgeschwindigkeit unterhalb eines Geschwindigkeitsschwellenwertes von beispielweise 5 km/h.

Es ist weiterhin von Vorteil, wenn bei einem Fahrzeug im Anhängerbetrieb jeder Fahrzeugstellung entlang der Referenztrajektorie ein Sollknickwinkel zwischen der Fahrzeuglängsachse und der Anhängerlängsachse zugeordnet wird und wenn der aktuelle Knickwinkel bestimmt und mit dem entsprechenden Sollknickwinkel verglichen wird, wobei bei einer Winkelabweichung zwischen Sollknickwinkel und aktuellem Knickwinkel die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit fahrerunabhängig beeinflusst wird. Hier wird zusätzlich eine Winkelabweichung zwischen Sollknickwinkel und aktuellem Knickwinkel berücksichtigt. Auch bei der Winkelabweichung zwischen aktuellem Knickwinkel und Sollknickwinkel kann eine Geschwindigkeitsregelung in Abhängigkeit des Betrages der Winkelabweichung erfolgen. Weiterhin wäre es auch möglich, die fahrerunabhängige Fahrzeugverzögerung um so größer zu wählen, je größer der Betrag der Winkelabweichung ist.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Solltrajektorie und der Grenztrajektorien für ein Einparkmanöver in Draufsicht,
- Fig. 2 eine blockschaltbildartige Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Vorrichtung zur Unterstützung des Fahrers bei einem Fahrmanöver,
- Fig. 3a-3c eine erste Ausführungsform einer optischen Anzeige für die einzustellende Lenkradstellung für den Fahrer,

- Fig. 4 eine zweite Ausführungsform einer optischen Anzeige für die einzustellende Lenkradstellung für den Fahrer,
- 5 Fig. 5 eine dritte Ausführungsform einer optischen Anzeige für die einzustellende Lenkradstellung für den Fahrer,
- 10 Fig. 6a eine Referenztrajektorie und die Grenztrajektorien zu einem bestimmten Zeitpunkt während eines Fahrmanövers
- 15 Fig. 6b ein Diagramm zu der in Fig. 6a dargestellten Situation, wobei die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $v$  in Abhängigkeit vom Istlenkwinkel  $\delta_{ist}$  aufgetragen ist, und
- 20 Fig. 7 eine schematische Darstellung eines Fahrzeugs im Anhängerbetrieb in Draufsicht.

Bei der Erfindung handelt es sich um ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Unterstützung des Fahrers eines Fahrzeugs 10 bei bzw. während einem Fahrmanöver. Bei einem solchen Fahrmanöver kann es sich beispielsweise um ein Einparkmanöver, ein Rangiermanöver oder dergleichen handeln, wobei das Fahrzeug 10 im Solobetrieb oder im Anhängerbetrieb mit angehängtem Anhänger betrieben werden kann. Z.B. kann der Fahrer auch unterstützt werden beim Fahren im Anhängerbetrieb geradeaus 30 rückwärts.

Bei Einparkmanövern wird zunächst mittels einer geeigneten Sensorik, beispielsweise mittels Ultraschallsensoreinheiten 11 während der Vorbeifahrt des Fahrzeuges 10 Parklücken vermessen und dahingehend ausgewertet, ob die Parklücke ausreichend groß ist für ein Einparkmanöver. Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 sind hierfür vier Ultraschallsensoreinhei-

ten 11 vorgesehen, die jeweils in einem Eckbereich des Fahrzeugs 10 angeordnet sein können. Die Anzahl der vorhandenen Ultraschallsensoren 11 ist beliebig und hängt insbesondere auch davon ab, wie groß der Abstrahlwinkel  $\alpha$  ist, unter dem die Sensorwellen abgestrahlt und die reflektierten Wellen empfangen werden. Alternativ zu den Ultraschallsensoreinheiten 11 können auch Radarsensoren oder Lasersensoren eingesetzt werden.

10 Die Auswertung der Sensordaten der Ultraschallsensoreinheiten 11 erfolgt in einer Auswerteeinrichtung 12, in der festgestellt wird, ob die ausgemessene Parklücke ausreichend groß ist zum Einparken des Fahrzeugs. Das Auswerteergebnis kann dem Fahrer durch eine Anzeigeeinrichtung 13 angezeigt werden.

15 Das Ausmessen der Parklücken und das Auswerten der Messergebnisse kann entweder unterhalb einer vorgebbaren Geschwindigkeitsschwelle ständig erfolgen oder alternativ erst dann, wenn der Fahrer eine entsprechende Anforderung eingegeben

20 hat, beispielsweise über das Kombiinstrument.

Wurde eine ausreichend große Parklücke ermittelt, so kann der Fahrer das erfindungsgemäße Unterstützungsverfahren durch eine entsprechende Bedienanforderung einleiten. Eine Möglichkeit besteht darin, den Fahrer nach dem Auffinden einer geeigneten Parklücke automatisch - beispielsweise über das Kombiinstrument - zu fragen, ob er eine Einparkunterstützung wünscht. Der Fahrer braucht dann lediglich die Frage zu bestätigen, um das erfindungsgemäße Unterstützungsverfahren zu aktivieren. Eine andere Möglichkeit besteht darin, dass nach dem Auffinden einer geeigneten Parklücke, das Unterstützungsverfahren automatisch dann aktiviert wird, wenn das Fahrzeug innerhalb einer vorgebbaren Zeitspanne angehalten und der Rückwärtsgang eingelegt wird.

35

Fig. 1 zeigt eine typische Situation für ein Einparkmanöver eines Fahrzeugs 10 am Straßenrand einer Straße 20 zwischen

anderen geparkten Fahrzeugen 21. Das Fahrzeug 10 ist auf der Strasse 20 entlang der Reihe parkender Fahrzeuge 21 gefahren und hat im Vorbeifahren mittels der Ultraschallsensoreinheiten 11 und der Auswerteeinrichtung 12 eine ausreichend große Parklücke 22 ermittelt. Dies wurde dem Fahrer über die Anzeigeeinrichtung 13 mitgeteilt und er hat das Fahrzeug angehalten.

In Abhängigkeit von zu Beginn des Fahrmanövers eingenommenen 10 Startposition 15 des Fahrzeugs 10 wird in der Auswerteeinrichtung 12 eine Referenztrajektorie 16 ermittelt, die die Ideallinie darstellt, um das Fahrzeug ausgehend von seiner Startposition 15 in eine Ziel- oder Parkposition 17 zu bewegen. Die Referenztrajektorie 16 stellt somit den idealen 15 zurückzulegenden Weg dar, der von der Startposition 15 in die Zielposition 17 führt.

Verfahren zur Bestimmung der Referenztrajektorie 16 sind beispielsweise aus der DE 29 01 504 B1, der DE 38 13 083 A1 oder 20 der DE 199 40 007 A1 bekannt. Auf die bekannten Verfahren zur Bestimmung der Referenztrajektorie 16 wird an dieser Stelle ausdrücklich Bezug genommen.

Bei der Bestimmung der Referenztrajektorie können die Mindestabstände (wie Mindestabstand in Fahrzeuglängsrichtung, 25 Mindestabstand in Fahrzeugquerrichtung), die das entlang der Referenztrajektorie zu bewegenden Fahrzeug zu Hindernissen einzuhalten hat, in Abhängigkeit von der Länge der gefundenen Parklücke variiert werden. Das heißt z.B., dass die Mindestabstände zu Hindernissen umso größer gewählt werden können, 30 je länger die Parklücke ist. Dadurch kann dem Fahrer beim Einparken ein möglichst großer Spielraum gewährleistet werden, um die tolerierbaren Abweichungen der tatsächlichen Fahrzeugposition von der Referenztrajektorie so groß wie möglich 35 zu machen. Dies erhöht den Komfort für den Fahrer.

Vor Beginn des Fahrmanövers mit in Startposition 15 befindlichen Fahrzeug 10 wird der Fahrer automatisch gefragt, ob er für das folgende Einparkmanöver eine Unterstützung wünscht, wobei der Fahrer durch eine entsprechende Eingabe die Unterstützung ablehnen oder annehmen kann.

Fordert der Fahrer für das Fahrmanöver die automatische Unterstützung nach dem erfindungsgemäßen Verfahren an, so wird ihm über die Anzeigeeinrichtung 13 die einzustellende Lenkradstellung bzw. der einzustellende Lenkradwinkel angezeigt, der das Fahrzeug entlang der aktuellen Referenztrajektorie 16 bewegen würde.

In den Fig. 3 - 5 sind verschiedene Beispiele von optischen Darstellungen angegeben, die dem Fahrer über die Anzeigeeinrichtung 13 angezeigt werden können. Das erste Ausführungsbeispiel einer optischen Anzeige gemäß der Fig. 3a - 3c ist eine Art Balkenanzeige. Ein linker Balken 25 gibt an, wenn das Lenkrad nach links zu drehen ist und ein rechter Balken 26 gibt an, wenn der Fahrer das Lenkrad nach rechts drehen soll. Je größer der Lenkradwinkel ist, den der Fahrer einzustellen hat, desto größer ist auch der angezeigte linke Balken 25 bzw. der rechte Balken 26. Beim Ausführungsbeispiel sind die beiden Balken 25, 26 von mehreren horizontal nebeneinander liegenden Leuchtmitteln, wie z.B. Leuchtdioden gebildet. Je mehr Leuchtdioden eines Balkens 25, 26 leuchten, desto größer ist der angeforderte Lenkradwinkel. Es versteht sich, dass alternativ die Art der Balkendarstellung auch mittels eines nicht näher dargestellten LC-Displays der Anzeigeeinrichtung 13 dargestellt werden könnte. Es wäre auch möglich, die in heutigen Fahrzeugen bereits vorhandene Balkenanzeige, die den Abstand zu einem Hindernis beim Einparken anzeigt, als Anzeigeeinrichtung 13 zu verwenden.

In Fig. 3a leuchtet die jeweils erste Leuchtdiode 27 der beiden Balken 25, 26, die zum jeweils anderen Balken 26 bzw. 25 benachbart angeordnet ist. Die leuchtenden Leuchtdioden 27

sind in Fig. 3 schematisch durch ein Punktmuster dargestellt. Leuchtet jeweils die erste Leuchtdiode 27 beider Balken 25, 26 wird dem Fahrer dadurch signalisiert, dass er den momentan eingestellten Lenkradwinkel unverändert beibehalten soll. Alternativ hierzu könnte auch eine einzelne, zwischen den beiden Balken 25, 26 angeordnete Nullstellungsleuchtdiode vorgesehen sein, die leuchtet, wenn die Lenkradposition unverändert bleiben soll.

- 10 In Fig. 3b wird dem Fahrer durch zwei leuchtende Leuchtdioden des linken Balkens 25 angezeigt, dass er das Lenkrad leicht nach links drehen soll. Sobald die angeforderte Lenkradstellung erreicht ist, erscheint wieder die in Fig. 3a dargestellte und oben beschriebene Anzeige. In Fig. 3c wird durch 15 vier leuchtende Leuchtdioden des rechten Balkens 26 ein starker Lenkradeinschlag nach rechts vom Fahrer angefordert.

Die Anzahl der Leuchtdioden 27, die einen Balken 25, 26 bilden ist grundsätzlich beliebig wählbar und wird derart abgestimmt, dass dem Fahrer eine ausreichend feine Unterteilung 20 in der Anforderung der einzustellenden Lenkradstellung angegeben werden kann. Beispielsgemäß enthält jeder Balken 25, 26 fünf Leuchtdioden 27.

- 25 Mittels der Anzeigeeinrichtung 13 können zusätzlich oder alternativ auch weitere Darstellungen angezeigt werden, die dem Fahrer die einzustellende Lenkradstellung angeben. Fig. 4 zeigt beispielsweise eine stilisierte Lenkraddarstellung 30 in Kombination mit einem Richtungspfeil 31, die dem Fahrer 30 über ein LC-Display der Anzeigeeinrichtung 13 übermittelt werden kann, wobei die Lenkraddarstellung 30 und der Richtungspfeil 31 die angeforderte Drehrichtung bzw. den angeforderten Lenkradwinkel angeben. In Fig. 4 wird über die Lenkraddarstellung 30 und den Richtungspfeil 31 vom Fahrer ein 35 leichter Lenkradeinschlag nach rechts angefordert.

Eine weitere Ausführung einer optischen Darstellung zur Anforderung einer einzustellenden Lenkradstellung ist in Fig. 5 gezeigt. Dort sind schematisch die Fahrzeugräder 34 der lenkbaren Vorderachse 35 dargestellt. Die durch die ausgezogenen 5 Linien dargestellte Radstellung ist die aktuelle Radstellung 36 der Fahrzeugräder 34, während die gestrichelte Darstellung die angeforderte Sollstellung 37 der gelenkten Fahrzeugräder 34 angibt. Der Fahrer muss demnach das Lenkrad in eine Stellung verlagern, in der die Sollstellung 37 der Fahrzeugräder 10 34 mit der aktuellen Radstellung 36 übereinstimmt.

Es versteht sich, dass anstatt der unterschiedlichen Liniedarstellung von Sollstellung 37 und aktueller Radstellung 36 der Fahrzeugräder 34 auch unterschiedliche Farben gewählt 15 werden können, sofern die Anzeigeeinrichtung 13 über ein Farb-LC-Display verfügt.

Es ist nicht nur möglich, eine oder mehrere der beschriebenen optischen Anzeigemöglichkeiten zu verwenden, um dem Fahrer 20 die einzustellende Lenkradstellung anzugeben, sondern es kann des weiteren alternativ oder zusätzlich eine akustische Fahrerinformation und/oder eine haptische Fahrerinformation erfolgen, die den einzustellenden Lenkradwinkel angeben.

25 Die akustische Fahrerinformation kann beispielsweise über nicht näher dargestellte Lautsprecher im Fahrzeug durch eine Sprachausgabe erfolgen. Die haptische Fahrerinformation wird beim Ausführungsbeispiel anhand einer Kraft- bzw. Momentenrückmeldung am Lenkrad 40 vorgenommen. Hierfür ist die Auswerteeinrichtung 12 mit einem Servomotor 41 der Servolenkung 42 zur dessen Ansteuerung verbunden, wie dies in Fig. 2 durch die strichpunktisierte Verbindungsleitung 43 angedeutet ist. So- 30 mit kann das Lenkradmoment am Lenkrad 40 von der Auswerteeinrichtung 12 über den Servomotor 41 zur haptischen Fahrerinformation des einzustellenden Lenkradwinkels variiert werden. 35 Es ist dabei möglich, dass vom Fahrer aufzubringende Lenkradmoment für eine Drehrichtung von der angeforderten Lenkrad-

- stellung weg zu erhöhen und/oder das vom Fahrer aufzubringende Lenkradmoment in eine Drehstellung zur angeforderten Lenkradstellung hin zu verringern. Mithin kann der Fahrer durch das aufzubringende Lenkradmoment erfahren, in welche Drehrichtung er das Lenkrad bewegen muss, um die angeforderte Lenkradstellung einzustellen, wodurch eine haptische Fahrerinformation zur Angabe der einzustellenden Lenkradstellung realisiert ist.
- 10 Während des Fahrmanövers wird in Abhängigkeit der jeweils aktuellen Fahrzeugstellung  $x_{F,akt}/y_{F,akt}/\Psi_{F,akt}$  die Stellungsabweichung des Fahrzeugs 10 von der durch die Referenztrajektorie 16 ermittelt und dem Fahrer mittels der Anzeigeeinrichtung 13 die einzustellende Lenkradstellung angezeigt, der die Stellungsabweichung reduziert, so dass das Fahrzeug wieder auf eine der Referenztrajektorie entsprechende Fahrtroute gebracht wird. Alternativ hierzu ist es grundsätzlich auch möglich die Stellungsabweichung automatisch auszuregeln.
- 15
- 20 Unter der aktuellen Fahrzeugstellung  $x_{F,akt}/y_{F,akt}/\Psi_{F,akt}$  des Fahrzeugs 10 ist nicht nur die Fahrzeugposition  $x_{F,akt}/y_{F,akt}$  in der Koordinatenebene in Bezug auf ein ortsfestes Koordinaten- system 22 der Straße 20 zu verstehen, sondern die Fahrzeugstellung beinhaltet auch die Ausrichtung der Fahrzeuglängs- achse 71 bezogen auf das Koordinatensystem 22. Beispielsgemäß ist der Drehwinkel  $\Psi_F$  zwischen der y-Achse des Koordinaten- systems 22 und der Fahrzeuglängsachse 71 eingeschlossen. Der Solldrehwinkel entspricht mithin der Tangenten an die Refe- renztrajektorie 16.
- 25
- 30 Zu Beginn und während des Fahrmanövers wird zudem in Fahrma- növer-Fahrtrichtung 18 eine rechtsseitige Grenztrajektorie 23 und eine linksseitige Grenztrajektorie 24 in der Auswerteein- richtung 12 berechnet. Die Grenztrajektorien 23, 24 hängen von der aktuellen Fahrzeugstellung  $x_{F,akt}/y_{F,akt}/\Psi_{F,akt}$  ab. Sie geben in Fahrmanöver-Fahrtrichtung 18 gesehen die beiden Tra- jektorien an, entlang derer das Fahrzeug 10 aus der aktuellen

Fahrzeugposition  $x_{F,akt}/y_{F,akt}$  heraus gerade noch zur Zielposition 17 gelenkt werden kann. Die rechtsseitige Grenztrajektorie 23 erhält man durch das sukzessive Erhöhen des aktuellen Drehwinkels  $\Psi_{F,akt}$  - im mathematisch positiven Sinn - bis zu einem oberen Grenzdrehwinkel  $\Psi_{F,max}$ , mit dem gerade noch eine Trajektorie, die rechtsseitige Grenztrajektorie 23, zur Zielposition 17 berechnet werden kann. Dabei bleiben die Werte der aktuellen Fahrzeugposition  $x_{F,akt}/y_{F,akt}$  unverändert.

10 In analoger Weise wird der untere Grenzdrehwinkel  $\Psi_{F,min}$  bestimmt, indem der aktuelle Drehwinkel  $\Psi_{F,akt}$  sukzessive verringert wird, bis gerade noch die linsseitige Grenztrajektorie 24 zur Zielposition 17 bestimmt werden kann.

15

Daraus ergeben sich die folgenden Gleichungen:

$$\begin{aligned}\Psi_{F,max} &= \Psi_{F,akt} + \Delta\Psi_L \text{ und} \\ \Psi_{F,min} &= \Psi_{F,akt} - \Delta\Psi_R,\end{aligned}$$

20

wobei  $\Delta\Psi_L$  den Wert angibt, um den der aktuelle Drehwinkel erhöht wurde und  $\Delta\Psi_R$  den Wert angibt, um den der aktuelle Drehwinkel verringert wurde, um die betreffenden Grenzdrehwinkel zu erhalten.

25

Diese Grenztrajektorien 23, 24 werden beispielsweise mit dem für die Berechnung der Referenztrajektorie 16 verwendeten Algorithmus bestimmt. Beispielsgemäß werden die Grenztrajektorien 23, 24 während des Fahrmanövers zyklisch ermittelt. Um 30 den Rechenaufwand zu verringern, wird bei einem Rechenzyklus die eine Grenztrajektorie 23 oder 24 und beim darauffolgenden Rechenzyklus die jeweils andere Grenztrajektorie 24 bzw. 23 berechnet. Die Genauigkeit bei dieser Vorgehensweise ist völlig ausreichend. Im Vergleich zu dem zur Bestimmung der Referenztrajektorie verwendeten Algorithmus können zur Reduzierung des Rechenaufwandes weitere Vereinfachungen zugelassen werden. Z.B. können sich die Grenztrajektorien lediglich aus

weniger Rechenaufwand erfordernden Bahnkurven wie Kreisabschnitten zusammensetzen.

Anhand der Figuren 6a und 6b wird im folgenden erläutert, wie die Beeinflussung der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $v$  erfolgt, wenn eine Lenkwinkelabweichung  $d_{lw}$  zwischen dem vom Fahrer tatsächlich eingestellten Istlenkwinkel  $\delta_{ist}$  und dem der angeforderten, einzustellenden Lenkradstellung entsprechenden Solllenkwinkel  $\delta_{soll}$  erfolgt.

10

Das Fahrzeug 10 befindet sich zum Betrachtungszeitpunkt in der aktuellen Fahrzeugstellung, die durch die Werte  $x_{F,akt}/y_{F,akt}/\Psi_{F,akt}$  in Bezug auf das Koordinatensystem 22, dessen Nullpunkt in der Startposition 15 liegt, beschrieben ist.

15

Anhand dieser aktuellen Fahrzeugstellung  $x_{F,akt}/y_{F,akt}/\Psi_{F,akt}$  wird die Bestimmung des oberen Grenzdrehwinkels  $\Psi_{F,max}$  und des unteren Grenzdrehwinkels  $\Psi_{F,min}$  erläutert.

20

Die aktuelle Fahrzeugposition  $x_{F,akt}/y_{F,akt}$  bleibt bei der Bestimmung der beiden Grenzdrehwinkel  $\Psi_{F,max}$ ,  $\Psi_{F,min}$  unverändert.

Das Fahrzeug 10 wird quasi virtuell in dieser Position so lange um seine Hochachse gedreht, bis der betreffende Grenzdrehwinkel erreicht ist, aus dem es gerade noch möglich ist, eine Trajektorie - das heißt eine mögliche Fahrstrecke des Fahrzeugs 10 - nämlich die betreffende Grenztrajektorie 23 bzw. 24 zur Zielposition 17 zu ermitteln.

30

Zunächst sei das Fahrzeug um seine Hochachse so lange nach rechts gedreht (mathematisch negativer Sinn), bis der aktuelle Drehwinkel  $\Psi_{F,akt}$  um  $\Delta\Psi_R$  verringert ist, so dass die Fahrzeuglängsachse die in Figur 6a mit  $71'$  bezeichnete Stellung einnimmt. Die Fahrzeuglängsachse  $71'$  schließt mit der y-Achse des Koordinatensystems 22 dabei den unteren Grenzdrehwinkel  $\Psi_{F,min}$  ein. Die sich in dieser Fahrzeugstellung ergebende in Fahrmanöver-Fahrtrichtung 18 gesehen rechtsseitige Grenztrajektorie 23 ist in Figur 61 dargestellt.

Gleichermaßen kann das Fahrzeug 10 in seiner aktuellen Fahrzeugposition virtuell um seine Hochachse nach links gedreht werden (mathematisch positiver Sinn), solange, bis gerade noch die linksseitige Grenztrajektorie 24 zur Zielposition 17 möglich ist. Der aktuelle Drehwinkel  $\Psi_{F,akt}$  wurde dabei um  $\Delta\Psi_L$  vergrößert, so dass sich zwischen der in dieser Drehstellung mit  $71^{\circ}$  bezeichneten Fahrzeuglängsachse und der y-Achse des Koordinatensystems 22 der obere Grenzdrehwinkel  $\Psi_{F,max}$  ergibt. Auf dieser Weise wird ein Drehwinkel-Toleranzbereich zwischen dem unteren Grenzdrehwinkel  $\Psi_{F,min}$  und dem oberen Grenzdrehwinkel  $\Psi_{F,max}$  berechnet.

Dieser Drehwinkel-Toleranzbereich wird dann unter Verwendung einer grundsätzlich beliebig wählbaren Funktion  $f$  zur Bestimmung der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $v$  verwendet. Die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $v$  hängt dabei von der Lenkwinkelabweichung  $d_{LW}$  ab.

In Fig. 6b ist ein Beispiel einer Abhängigkeit der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $v$  vom Istlenkwinkel  $\delta_{ist}$  aufgetragen. Stellt der Fahrzeugführer über die Lenkradstellung einen Istlenkwinkel  $\delta_{ist}$  ein, der mit dem einzustellenden Solllenkwinkel  $\delta_{soll}$  übereinstimmt, so beträgt die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $v=v_0$ . Dieser Punkt stellt beim Beispiel nach Figur 6b den Scheitelpunkt einer Gauß-Kurve dar. Bezuglich einer parallelen zur  $v$ -Achse durch den Scheitelpunkt der Gauß-Kurve ist diese unsymmetrisch ausgebildet. Beispielsgemäß ist jeder der beiden sich durch Teilung der Gauß-Kurve im Scheitelpunkt ergebenden Kurvenabschnitte 80 bzw. 81 abhängig von der Drehwinkeldifferenz  $\Delta\Psi_R$  bzw.  $\Delta\Psi_L$  zwischen dem aktuellen Drehwinkel  $\Psi_{F,akt}$  und dem entsprechenden oberen bzw. unteren Grenzdrehwinkel  $\Psi_{F,max}$  bzw.  $\Psi_{F,min}$ . Der erste Kurvenabschnitt 80 zwischen dem Solllenkwinkel  $\delta_{soll}$  hin zu kleineren Istlenkwinkeln  $\delta_{ist}$  ist so bestimmt, dass die Standardabweichung der Drehwinkeldifferenz  $\Delta\Psi_R$  zwischen dem unteren Grenzdrehwinkel  $\Psi_{F,min}$  und dem aktuellen Fahrzeugdrehwinkel  $\Psi_{F,akt}$  entspricht. Analog ist der zweite Kurvenabschnitt 81 ausgehend vom Soll-

lenkwinkel  $\delta_{\text{soll}}$  zu größeren Istlenkwinkeln  $\delta_{\text{ist}}$  hin so bestimmt, dass die Standortabweichung dieses zweiten Kurvenabschnitts 81 der Drehwinkeldifferenz  $\Delta\Psi_L$  zwischen dem oberen Grenzdrehwinkel  $\Psi_{F,\max}$  und dem aktuellen Fahrzeugdrehwinkel  
5  $\Psi_{F,\text{akt}}$  entspricht.

Aus diesen beiden Kurvenabschnitten 80, 81 ergeben sich dann ein minimal zulässiger Istlenkwinkel  $\delta_{\min}$  und ein maximal zulässiger Istlenkwinkel  $\delta_{\max}$ . Wie man aus Fig. 6b erkennt, ist  
10 die Differenz zwischen dem Solllenkwinkel  $\delta_{\text{soll}}$  und dem minimal zulässigen Istlenkwinkel  $\delta_{\min}$  kleiner als die Differenz zwischen dem maximal zulässigen Istlenkwinkel  $\delta_{\max}$  und dem Solllenkwinkel  $\delta_{\text{soll}}$ . Entsprechend wird die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $v$  bei einem abweichenden Istlenkwinkel  $\delta_{\text{ist}}$ , der  
15 kleiner ist als der Solllenkwinkel  $\delta_{\text{soll}}$  stärker verringert als dies bei einer entsprechenden Abweichung vom Solllenkwinkel  $\delta_{\text{soll}}$  zu größeren Istlenkwinkeln  $\delta_{\text{ist}}$  hin der Fall wäre. Dies ist anschaulich so zu erklären, dass bei einer Änderung des Fahrzeugdrehwinkels in mathematisch positivem Sinn ein  
20 größerer Toleranzbereich zur Verfügung steht, als bei Änderungen des aktuellen Fahrzeugdrehwinkels in mathematisch negativem Sinn (vgl. Fig. 6a).

Sobald der Fahrer einen Istlenkwinkel  $\delta_{\text{ist}}$  einstellt, der beim  
25 Weiterfahren des Fahrzeugs 10 dazu führen würde, dass das Fahrzeug 10 eine Fahrzeugposition einnimmt, aus der heraus keine Trajektorie zur Zielposition 17 gefunden werden kann, so wird das Fahrzeug zum Stillstand gebracht. Das Fahrzeug wird dann fahrerunabhängig erst wieder beschleunigt, wenn der  
30 Fahrer einen Istlenkwinkel  $\delta_{\text{ist}}$  einstellt, der zwischen den minimal zulässigen Istlenkwinkel  $\delta_{\min}$  und dem maximal zulässigen Istlenkwinkel  $\delta_{\max}$  liegt.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung wird immer  
35 dann, wenn das Fahrzeug automatisch bis zum Stillstand verzögert wurde, eine erneute Berechnung der Referenztrajektorie durchgeführt.

Alternativ zur Verwendung einer Gaußfunktion könnte auch eine Dreiecksfunktion oder eine beliebige andere Kurvenform mit dem Scheitelpunkt  $\delta_{\text{soll}}/v_0$  verwendet werden. Diese Funktion kann insbesondere empirisch in Fahrversuchen ermittelt werden, um das gewünschte Fahrgefühl einzustellen.

Beim Ausführungsbeispiel wird die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $v$  in Abhängigkeit des Istlenkwinkels  $\delta_{\text{ist}}$  bzw. der Lenkwinkelabweichung  $d_{\text{LW}}$  geregelt. Dies erfolgt durch Ansteuerung von Verzögerungsmittel 50 und/oder Vortriebsmitteln 51 des Fahrzeugs 10.

Die Verzögerungsmittel 50 sind beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 von einer Bremsvorrichtung 52 gebildet, die eine Bremssteuereinheit 53 und von dieser Bremssteuereinheit 53 angesteuerte Radbremseinrichtungen 54, die den Fahrzeugrädern 55 der Hinterachse des Fahrzeugs zugeordnet sind und Radbremseinrichtungen 56, die den Fahrzeugrädern 34 der Vorderachse 35 des Fahrzeugs 10 zugeordnet sind. Zur Ansteuerung der Bremsvorrichtung 52 ist die Auswerteeinrichtung 12 mit der Bremssteuereinheit 53 verbunden. Liegt mithin eine Annäherung der aktuellen Solltrajektorie 19 an eine der Grenztrajektorien 23, 24 vor, so steuert die Auswerteeinrichtung 12 die Bremssteuereinheit 53 an, die wiederum eine oder mehrere der Radbremseinrichtungen 54, 56 beaufschlagt.

Alternativ zur Geschwindigkeitsregelung kann die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $v$  ausgehend von der Maximalgeschwindigkeit  $v_0$ , die etwa 5 km/h betragen kann, bei einer vorliegenden Lenkwinkelabweichung  $d_{\text{LW}}$  durch das Hervorrufen eines Bremsdruckes oder einer Bremskraft lediglich verringert werden ohne die Geschwindigkeit auf einen Sollwert zu regeln.

Zur Fahrzeugverzögerung erfolgt alternativ oder gleichzeitig zur Ansteuerung der Bremsvorrichtung 52 eine Ansteuerung der Vortriebsmittel 51. Hierfür ist die Auswerteeinrichtung 12

mit dem in Fig. 2 schematisch dargestellten Motorsteuergerät 60 verbunden, dass hier die Vortriebsmittel 51 symbolisiert. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde der komplette Antriebsstrang mit Motorsteuergerät 60, dem Fahrzeugmotor, dem  
5 Getriebe, der Antriebswelle, usw. nicht dargestellt.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann in einer abgewandelten Form auch für Fahrmanöver des Fahrzeugs 10 mit einem Anhänger 70 eingesetzt werden. Dabei kann alternativ oder zusätzlich  
10 zur Beeinflussung der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $v$  in Abhängigkeit von der Lenkwinkelabweichung  $d_{LW}$  auch eine Beeinflussung der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $v$  in Abhängigkeit von der Knickwinkelabweichung zwischen einem Sollknickwinkel  $\beta_{soll}$  und einem aktuellen Knickwinkel  $\beta_{akt}$  erfolgen. Der Knickwinkel  $\beta$  ist zwischen der Fahrzeuglängsachse 71 und der Anhängerlängsachse 72 gebildet (siehe Fig. 7). Wegen der besseren Übersichtlichkeit ist in Fig. 7 die Anhängerkupplung und  
15 die Anhängerdeichsel zur Verbindung des Fahrzeugs 10 mit dem Anhänger 70 nicht dargestellt.  
20

Beim Anhängerbetrieb wird jeder zur durchfahrenden Fahrzeugstellung des Fahrzeugs 10 entlang der Referenztrajektorie 16 ein entsprechender Sollknickwinkel  $\beta_{soll}$  zugeordnet. Das einfachste Beispiel wäre das gerade Rückwärtsfahren des Fahrzeugs 10 mit dem Anhänger 70, so dass der Sollknickwinkel  $\beta_{soll}$  während des gesamten Fahrmanövers gleich Null beträgt.

Das Fahrzeug 10 weist Mittel zur Bestimmung des Sollknickwinkels  $\beta_{soll}$  auf, die beispielsgemäß in der Auswerteeinrichtung  
30 12 enthalten sind. Des weiteren verfügt das Fahrzeug 10 und/oder der Anhänger 70 über Mittel zur Bestimmung des aktuellen Knickwinkels  $\beta_{akt}$ , die hier nicht näher dargestellt sind. Beispielsweise kann der Knickwinkel zwischen Fahrzeug 10 und Anhänger 70 durch an sich bekannte Knickwinkelsensoren  
35 erfasst werden.

Während des Fahrmanövers wird dem Fahrer nunmehr angezeigt, welche Lenkradstellung er einzustellen hat, damit der aktuell erfassste Knickwinkel  $\beta_{akt}$  dem Sollknickwinkel  $\beta_{soll}$  entspricht. Weicht der aktuelle Knickwinkel  $\beta_{akt}$  vom Sollknickwinkel  $\beta_{soll}$  ab, so werden die Verzögerungsmittel 50 und/oder die Vortriebsmittel 51 des Fahrzeugs 10 fahrerunabhängig zur Reduzierung der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit  $v$  angesteuert. Je größer die Knickwinkelabweichung zwischen dem aktuellen Knickwinkel  $\beta_{akt}$  und dem Sollknickwinkel  $\beta_{soll}$  ist, desto größer ist die automatisch hervorgerufene Bremskraft bzw. der Bremsdruck  $p$  bzw. die Fahrzeugverzögerung. Es ist auch möglich, die Längsgeschwindigkeit des Fahrzeugs  $v$  in Abhängigkeit von der Knickwinkelabweichung zwischen dem Sollknickwinkel  $\beta_{soll}$  und dem aktuellen Knickwinkel  $\beta_{akt}$  zu regeln, wobei die Sollgeschwindigkeit  $v_{soll}$  umso geringer ist, je größer die Knickwinkelabweichung zwischen aktuellem Knickwinkel  $\beta_{akt}$  und Sollknickwinkel  $\beta_{soll}$  ist.

Das Unterstützungsverfahren für Fahrmanöver im Anhängerbetrieb in Abhängigkeit vom Knickwinkel  $\beta$  ist auch unabhängig von der Bestimmung einer Referenztrajektorie ausführbar. Zum Beispiel kann bei einem Fahrmanöver geradeaus rückwärts mit Anhänger 70 lediglich die Knickwinkelabweichung zwischen dem Sollknickwinkel  $\beta_{soll}$  und dem aktuellen Knickwinkel  $\beta_{akt}$  berücksichtigt werden bei der Anforderung des einzustellenden Lenkradwinkels und der Ansteuerung der Verzögerungsmittel 50 und/oder Vortriebsmittel 51.

Wird bei komplexeren Fahrmanövern im Anhängerbetrieb, entlang der Referenztrajektorie, jeder Position des Fahrzeugs 10 und des Anhängers 70 ein entsprechender Sollknickwinkel  $\beta_{soll}$  zugeordnet, so berücksichtigt die Rückmeldung für den Fahrer über den einzustellenden Lenkradwinkel und die automatische Ansteuerung der Verzögerungsmittel 50 und/oder Vortriebsmittel 51 sowohl die Lenkwinkelabweichung  $d_{LW}$ , als auch die Knickwinkelabweichung.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Unterstützung des Fahrers eines Fahrzeugs  
(10) bei einem Fahrmanöver, wobei eine dem Fahrmanöver  
5 entsprechende Referenztrajektorie (16) bestimmt wird,  
entlang der das Fahrzeug (19) bewegt werden soll, und wo-  
bei dem Fahrer während des Fahrmanövers die jeweils ein-  
zustellende, das Fahrzeug (10) entlang der Referenztra-  
jektorie (16, 19) steuernde Lenkradstellung angegeben  
10 wird,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Fahrzeuggeschwindigkeit ( $v$ ) bei einer Lenk-  
winkelabweichung ( $d_{LW}$ ) zwischen dem vom Fahrer tatsäch-  
lich eingestellten Istlenkwinkel ( $\delta_{ist}$ ) und dem der ange-  
15 forderten Lenkradstellung entsprechenden Solllenkwinkel  
( $\delta_{soll}$ ) fahrerunabhängig beeinflusst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 dass die Beeinflussung der Fahrzeuggeschwindigkeit abhän-  
gig ist vom Betrag der Lenkwinkelabweichung ( $d_{LW}$ ).
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 dass während des Fahrmanövers, abhängig von der aktuellen  
Fahrzeugstellung ( $x_{F,akt}/y_{F,akt}/\Psi_{F,akt}$ ) ein die zulässigen  
Lenkwinkel definierender Lenkwinkel-Toleranzbereich ( $\delta_{min}$   
bis  $\delta_{max}$ ) bestimmt wird und die Beeinflussung der Fahrzeug-  
längsgeschwindigkeit ( $v$ ) vom Toleranzabstand ( $\delta_{soll}-\delta_{min}$   
30 bzw.  $\delta_{max}-\delta_{soll}$ ) zwischen dem Solllenkwinkel ( $\delta_{soll}$ ) und den  
Toleranzbereichsgrenzen ( $\delta_{min}$  bzw.  $\delta_{max}$ ) abhängt.

4. Verfahren nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zur Ermittlung des Lenkwinkel-Toleranzbereichs ein  
5 Drehwinkel-Toleranzbereich bestimmt wird, wobei der aktuelle Drehwinkel ( $\Psi_{F,akt}$ ) zwischen der Fahrzeuglängsachse (71) und einer Koordinatenachse (y) eines ortsfesten Koordinatensystems (22) so lange vergrößert bzw. verkleinert wird, bis es gerade noch möglich ist eine Trajektorie 10 zur Zielposition (17) zu bestimmen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit (v) um so geringer  
15 gewählt wird, je größer der Betrag der Lenkwinkelabweichung ( $d_{LW}$ ) ist und/oder je kleiner der Betrag des Toleranzabstandes ( $\delta_{soll}-\delta_{min}$  bzw.  $\delta_{max}-\delta_{soll}$ ) ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
20 dadurch gekennzeichnet,  
dass die Beeinflussung der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit durch eine Geschwindigkeitsregelung erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
25 dadurch gekennzeichnet,  
dass das Fahrzeug (10) bis zum Stillstand verzögert und im Stillstand gehalten wird, solange aufgrund der vorhandenen Lenkwinkelabweichung ( $d_{LW}$ ) das Fahrzeug (10) bei einer Weiterfahrt eine Fahrzeugstellung einnehmen würde,  
30 aus der heraus die Zielposition (17) ohne Rangierunterbrechung des Fahrmanövers nicht mehr erreichbar ist.
8. Verfahren an 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
35 dass das Fahrzeug (10) fahrerunabhängig wieder beschleunigt wird, wenn der Fahrer eine Lenkradstellung ein-

stellt, die zu einer zulässigen Lenkwinkelabweichung ( $d_{LW}$ ) führt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Angabe der einzustellenden Lenkradstellung durch  
Mittel zur akustischen Fahrerinformation und/oder Mittel  
zur optischen Fahrerinformation (13) und/oder Mittel zur  
haptischen Fahrerinformation (40 und 41) erfolgt.  
10
10. Verfahren nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Mittel zur haptischen Fahrerinformation (40 und  
41) Mittel zur Veränderung des vom Fahrer aufzubringenden  
15 Lenkradmomentes aufweisen.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Fahrmanöver ein Einparkmanöver ist und die Refe-  
20 renztrajektorie (16) den idealen Weg von der aktuellen  
Fahrzeugstellung ( $x_{F,akt}/y_{F,akt}/\Psi_{F,akt}$ ) in die Parkposition  
(17) angibt.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass bei einem Fahrzeug (10) im Anhängerbetrieb jeder  
Fahrzeugstellung entlang der aktuellen Referenztrajekto-  
rie (19) ein Sollknickwinkel ( $\beta_{sol1}$ ) zwischen der Fahr-  
zeuglängsachse (71) und der Anhängerlängsachse (72) zuge-  
30 ordnet wird und dass der aktuelle Knickwinkel ( $\beta_{akt}$ ) be-  
stimmt und mit dem entsprechenden Sollknickwinkel ( $\beta_{sol1}$ )  
verglichen wird, wobei bei einer Winkelabweichung zwi-  
schen Sollknickwinkel ( $\beta_{sol1}$ ) und aktuellem Knickwinkel  
( $\beta_{akt}$ ) die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit (v) fahrerunabhän-  
35 gig beeinflusst wird.

13. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens zur Unterstützung des Fahrers bei einem Fahrmanöver nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit Mitteln (12) zur Bestimmung einer dem Fahrmanöver entsprechenden Referenztrajektorie (16) und Mitteln (13; 40 und 41) zur Angabe der vom Fahrer einzustellenden, das Fahrzeug (10) entlang der Referenztrajektorie (19) steuernden Lenkradstellung,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit ( $v$ ) durch fahrerunabhängig ansteuerbare Verzögerungsmittel (50) und/oder Vortriebsmittel (51) beeinflusst wird, wenn in einer Auswerteeinrichtung (12) eine Lenkwinkelabweichung ( $d_{LW}$ ) zwischen dem vom Fahrer tatsächlich eingestellten Istlenkwinkel ( $\delta_{ist}$ ) und dem der angeforderten Lenkradstellung entsprechenden Solllenkwinkel ( $\delta_{soll}$ ) festgestellt wird.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
dass Mittel (12) zur Bestimmung des Sollknickwinkels ( $\beta_{soll}$ ) zwischen der Fahrzeuglängsachse (71) und der Anhängerlängsachse (71) und Mittel zur Bestimmung des aktuellen Knickwinkels ( $\beta_{akt}$ ) vorgesehen sind, dass die Auswerteeinrichtung (12) den Sollknickwinkel ( $\beta_{soll}$ ) und den aktuellen Knickwinkel ( $\beta_{akt}$ ) vergleicht, und dass bei einer festgestellten Winkelabweichung zwischen dem Sollknickwinkel ( $\beta_{soll}$ ) und dem aktuellen Knickwinkel ( $\beta_{akt}$ ) die Verzögerungsmittel (50) und/oder Vortriebsmittel (51) des Fahrzeugs (10) angesteuert werden.

30

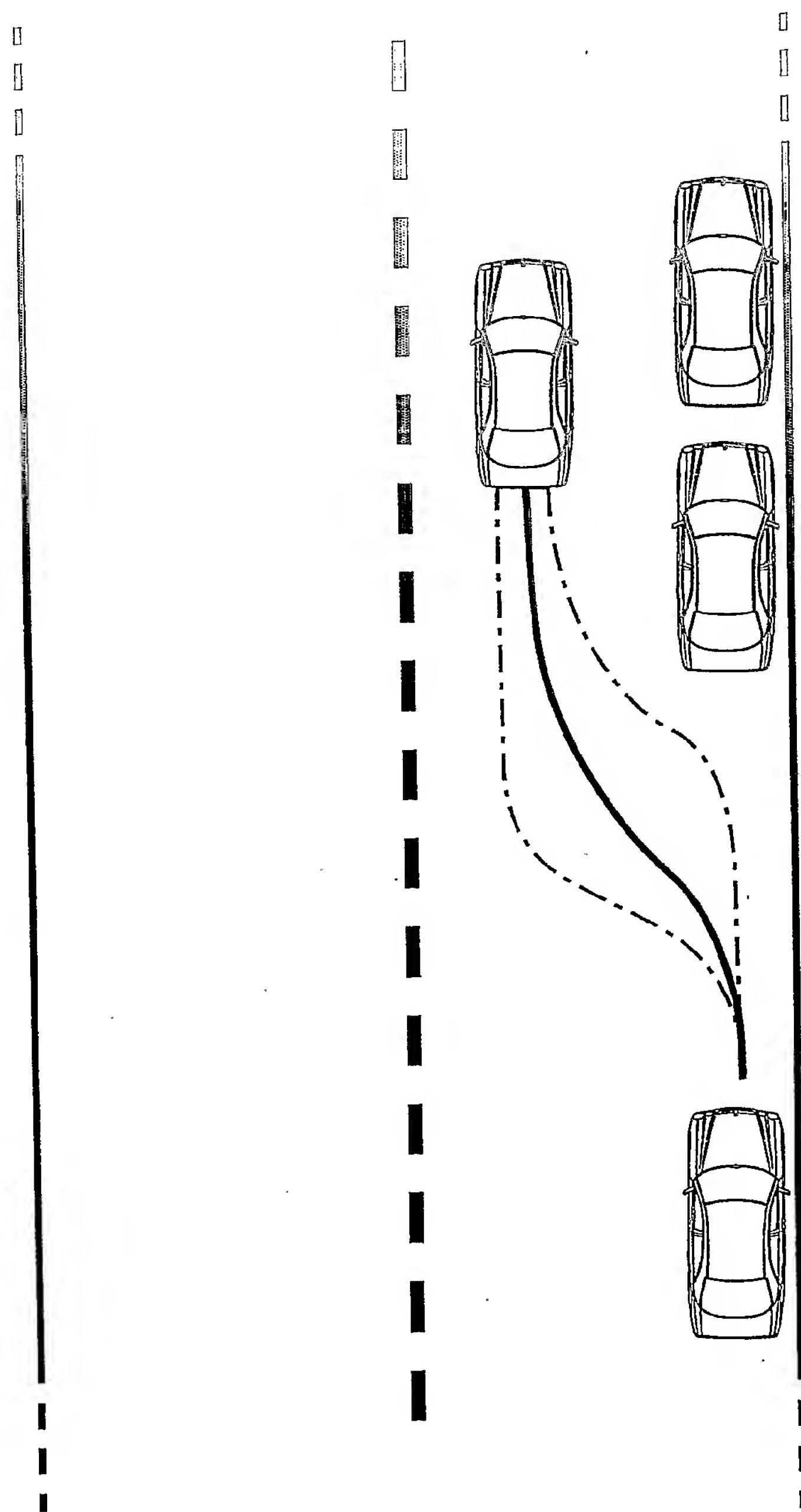


Fig. 1

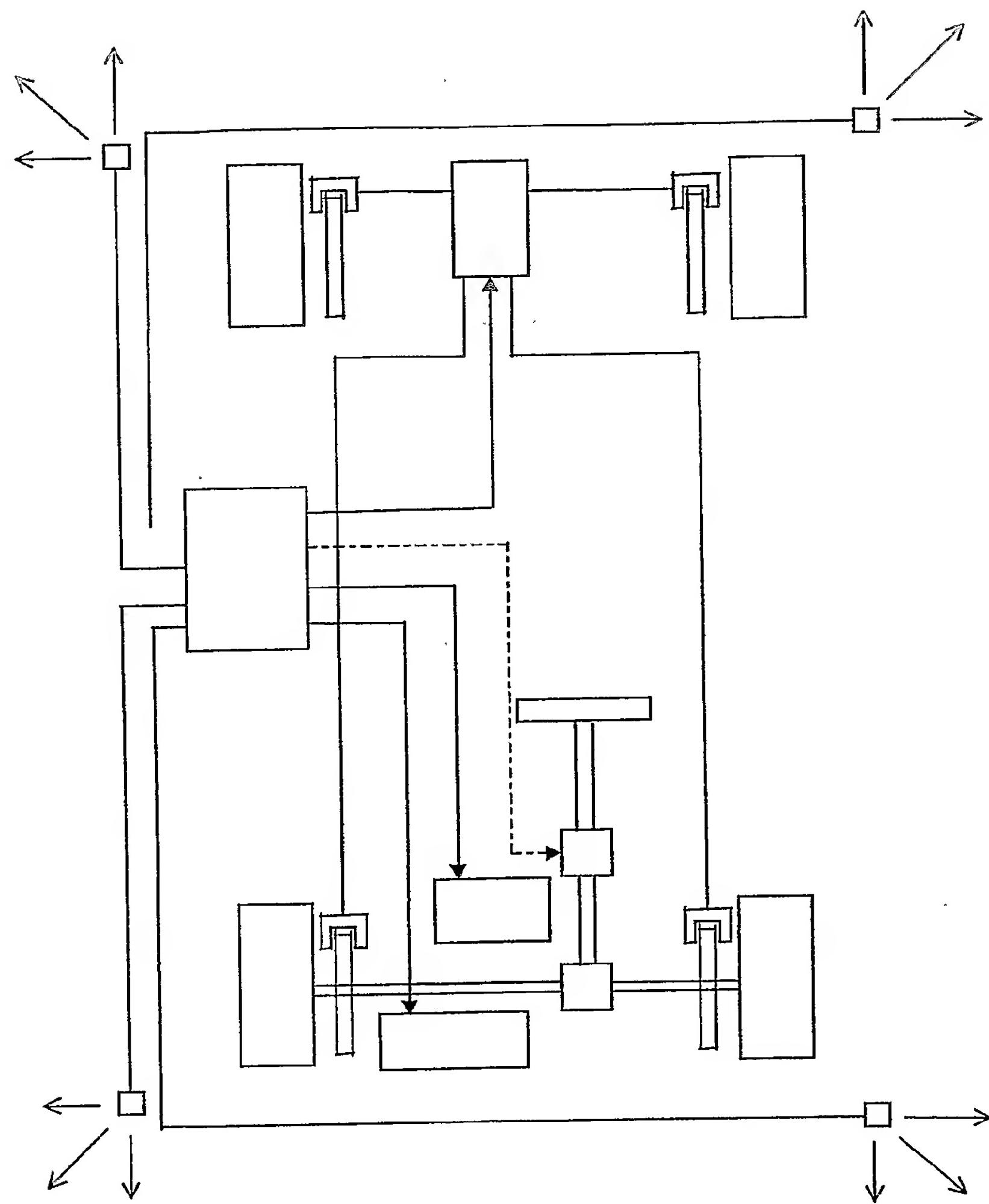


Fig. 2

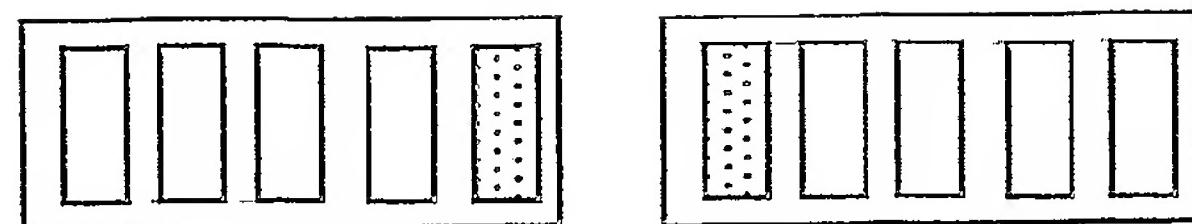


Fig. 3a

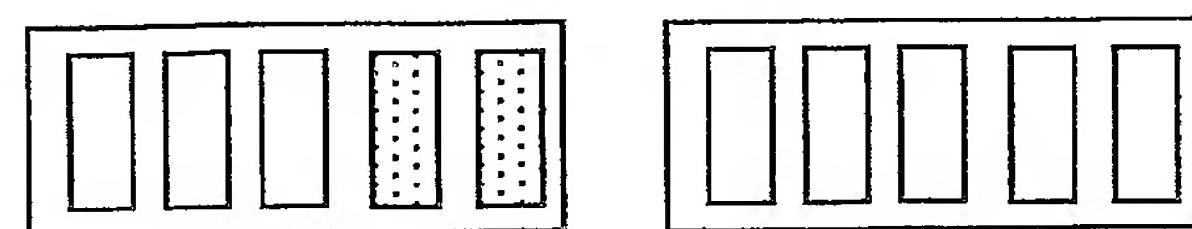


Fig. 3b

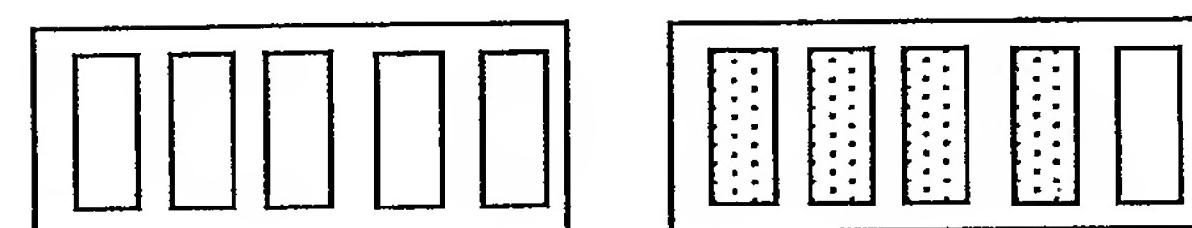


Fig. 3c

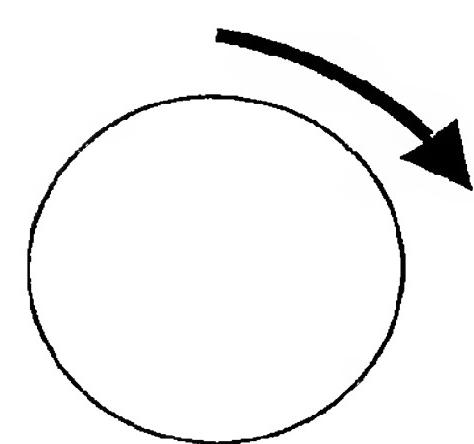


Fig. 4



Fig. 5

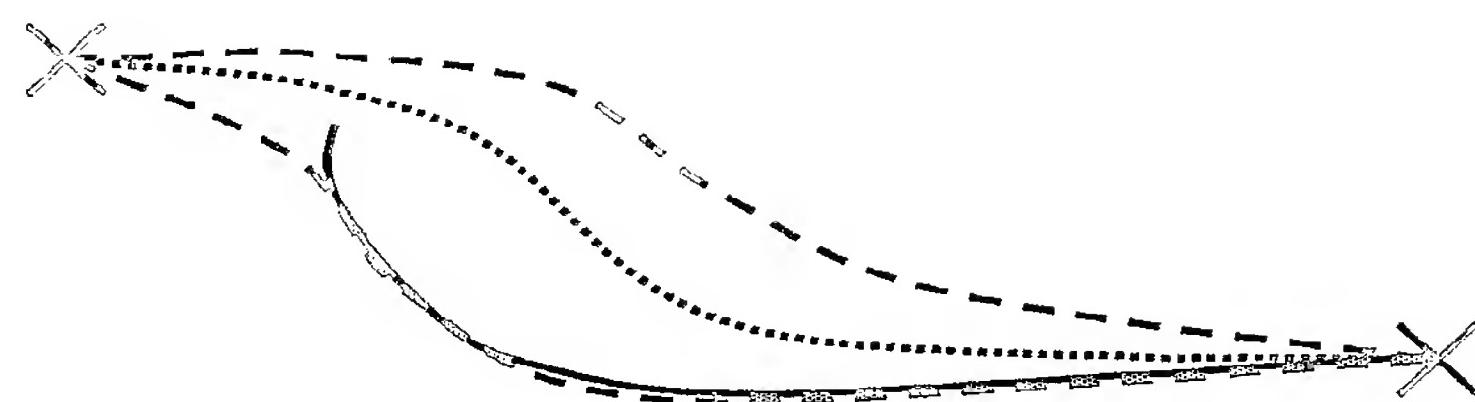


Fig. 6a

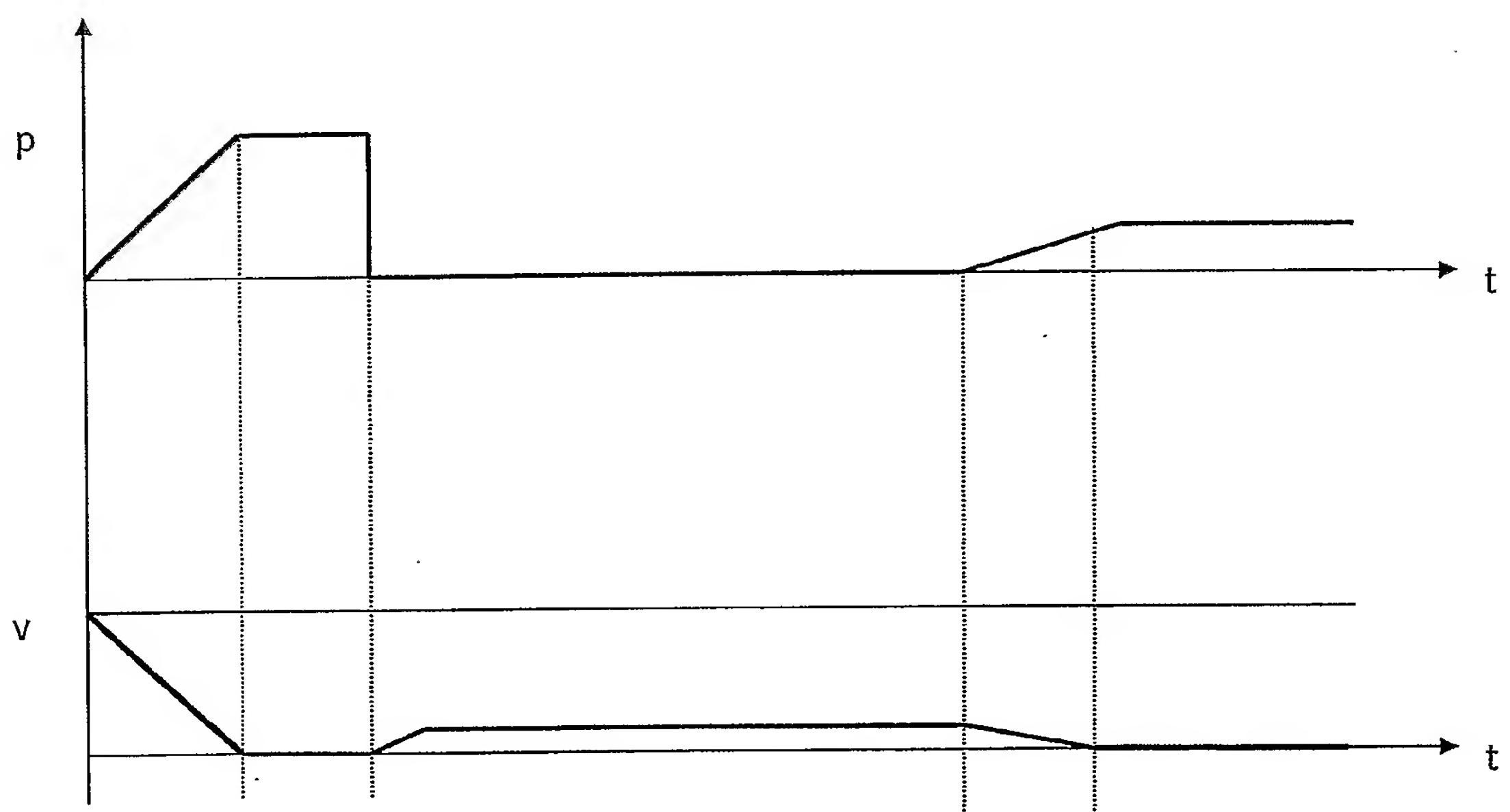


Fig. 6b

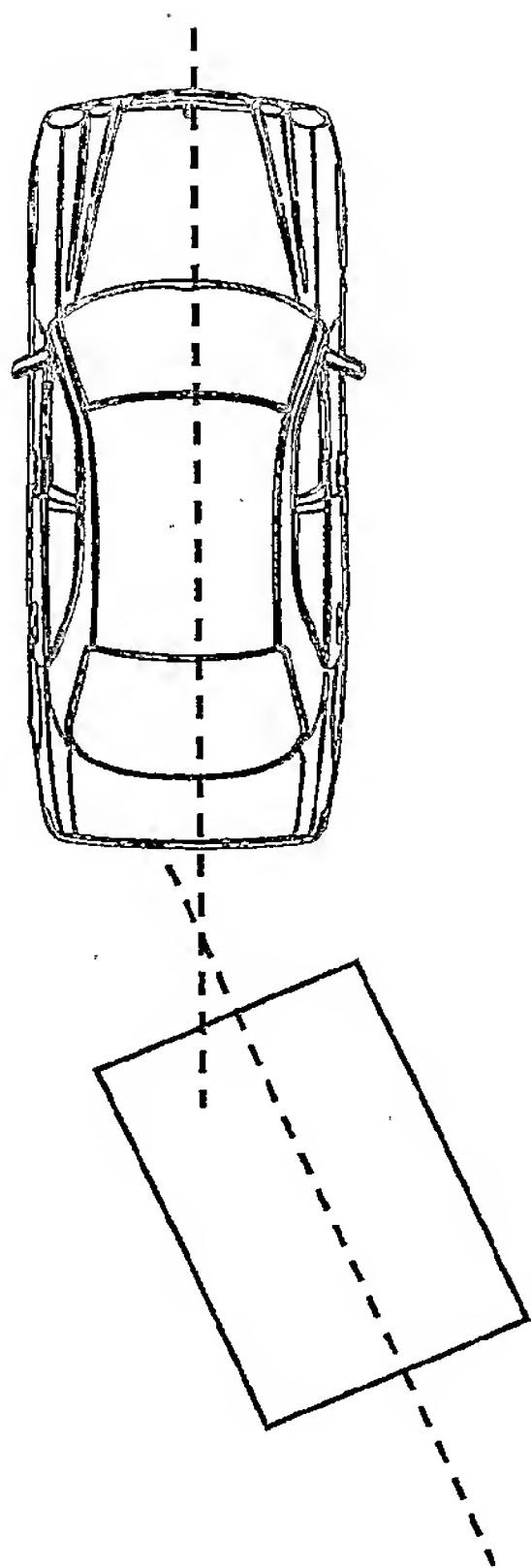


Fig. 7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/06694

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
**IPC 7 B60K31/00 B60T7/12 B60T7/22**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
**IPC 7 B60K B60T G08G G01S G05D B60R B62D B60Q**

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**EPO-Internal, WPI Data, PAJ**

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 785 383 A (RENAULT) 5 May 2000 (2000-05-05) page 4, line 14 -page 8, line 13; claim 7; figures 3,4	1,2,6-9, 11,13
Y	---	12,14
X	DE 199 16 267 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG ; A D C GMBH (DE)) 19 October 2000 (2000-10-19) column 2, line 66 -column 3, line 11 column 4, line 38 -column 5, line 27	1,2,5, 9-11,13
X	DE 197 15 622 A (ITT MFG ENTERPRISES INC) 22 October 1998 (1998-10-22) column 1, line 22 -column 2, line 15	1,2,9, 11,13
	---	-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 October 2003

Date of mailing of the international search report

31/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Marx, W

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 03/06694

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 38 44 340 A (LICENTIA GMBH) 5 July 1990 (1990-07-05) column 1, line 31 -column 2, line 11 column 2, line 33 -column 2, line 50 ----	1,2,9, 11,13
X	DE 199 33 732 A (VOLKSWAGENWERK AG) 25 January 2001 (2001-01-25) column 1, line 49 -column 2, line 28 ----	1,2,9, 11,13
Y	DE 100 19 817 A (DAUTEL GMBH) 25 October 2001 (2001-10-25) column 4, line 15 -column 4, line 44 ----	12,14
A	DE 100 15 897 A (AISIN SEIKI) 23 November 2000 (2000-11-23) column 7, line 11 -column 9, line 44 -----	1-11,13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP 03/06694

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)		Publication date
FR 2785383	A	05-05-2000	FR	2785383 A1	05-05-2000
DE 19916267	A	19-10-2000	DE WO EP JP US	19916267 A1 0061413 A1 1171333 A1 2002541017 T 6622076 B1	19-10-2000 19-10-2000 16-01-2002 03-12-2002 16-09-2003
DE 19715622	A	22-10-1998	DE	19715622 A1	22-10-1998
DE 3844340	A	05-07-1990	DE	3844340 A1	05-07-1990
DE 19933732	A	25-01-2001	DE	19933732 A1	25-01-2001
DE 10019817	A	25-10-2001	DE	10019817 A1	25-10-2001
DE 10015897	A	23-11-2000	JP DE US	2000280823 A 10015897 A1 2002128750 A1	10-10-2000 23-11-2000 12-09-2002

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 03/06694

A. KLASSERFERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 B60K31/00 B60T7/12 B60T7/22

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B60K B60T G08G G01S G05D B60R B62D B60Q

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 785 383 A (RENAULT) 5. Mai 2000 (2000-05-05) Seite 4, Zeile 14 -Seite 8, Zeile 13; Anspruch 7; Abbildungen 3,4	1,2,6-9, 11,13
Y	---	12,14
X	DE 199 16 267 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG ; A D C GMBH (DE)) 19. Oktober 2000 (2000-10-19) Spalte 2, Zeile 66 -Spalte 3, Zeile 11 Spalte 4, Zeile 38 -Spalte 5, Zeile 27	1,2,5, 9-11,13
X	DE 197 15 622 A (ITT MFG ENTERPRISES INC) 22. Oktober 1998 (1998-10-22) Spalte 1, Zeile 22 -Spalte 2, Zeile 15 ---	1,2,9, 11,13
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- <sup>a</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :  
 "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
7. Oktober 2003	31/10/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Marx, W
---	--

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 03/06694

C(Fortsetzung) ALS WEDENTLICH ANGEGEHENDE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 38 44 340 A (LICENTIA GMBH) 5. Juli 1990 (1990-07-05) Spalte 1, Zeile 31 -Spalte 2, Zeile 11 Spalte 2, Zeile 33 -Spalte 2, Zeile 50 ---	1,2,9, 11,13
X	DE 199 33 732 A (VOLKSWAGENWERK AG) 25. Januar 2001 (2001-01-25) Spalte 1, Zeile 49 -Spalte 2, Zeile 28 ---	1,2,9, 11,13
Y	DE 100 19 817 A (DAUTEL GMBH) 25. Oktober 2001 (2001-10-25) Spalte 4, Zeile 15 -Spalte 4, Zeile 44 ---	12,14
A	DE 100 15 897 A (AISIN SEIKI) 23. November 2000 (2000-11-23) Spalte 7, Zeile 11 -Spalte 9, Zeile 44 ----	1-11,13

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Altenzeichen
PCT/EP 03/06694

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 2785383	A	05-05-2000	FR	2785383 A1	05-05-2000
DE 19916267	A	19-10-2000	DE	19916267 A1	19-10-2000
			WO	0061413 A1	19-10-2000
			EP	1171333 A1	16-01-2002
			JP	2002541017 T	03-12-2002
			US	6622076 B1	16-09-2003
DE 19715622	A	22-10-1998	DE	19715622 A1	22-10-1998
DE 3844340	A	05-07-1990	DE	3844340 A1	05-07-1990
DE 19933732	A	25-01-2001	DE	19933732 A1	25-01-2001
DE 10019817	A	25-10-2001	DE	10019817 A1	25-10-2001
DE 10015897	A	23-11-2000	JP	2000280823 A	10-10-2000
			DE	10015897 A1	23-11-2000
			US	2002128750 A1	12-09-2002